



Résumés des communications



Crédit photo: Chloé Alexandre 2019

Editeurs :

- **Pascal Bonnet** (*#DigitAg, Cirad*)
- **Mathieu Roche** (*TETIS, Cirad*)
- **Hélène Kirchner** (*LIRIMA, Inria*)





Editorial

Confronté à un défi alimentaire majeur, l'agriculture doit augmenter ses performances économiques, environnementales et sociales. Les nouvelles technologies sont un levier puissant de la révolution attendue pour avancer vers une "agroécologie de précision" et pour plus d'inclusion numérique au service de l'attractivité de l'agriculture africaine.

Dans ce contexte, le symposium « Agriculture Numérique en Afrique » organisé par le CIRAD, le LIRIMA et l'UMR TETIS, soutenu par #DigitAg, MUSE, l'INRIA et l'ASCII et adossée à la 9ème conférence de l'association sénégalaise des chercheurs en informatique (CNRIA) a rassemblé une centaine d'acteurs académiques, industriels et de la société civile d'Afrique de l'Ouest. AgriNumA'2019 a pour but de promouvoir des recherches pluridisciplinaires entre laboratoires des sciences du numérique et des sciences thématiques (agronomie, SHS, etc.) faisant appel au numérique ou ayant le numérique comme objet de recherche.

Pascal Bonnet (*#DigitAg, Cirad*)

Mathieu Roche (*TETIS, Cirad*)

Hélène Kirchner (*LIRIMA, Inria*)





Comité d'Organisation

- **Pascal Bonnet** (#DigitAg, Cirad)
- **Mathieu Roche** (TETIS, Cirad)
- **Hélène Kirchner** (LIRIMA, Inria)
- **Xavier Augusseau** (TETIS, Cirad)
- **Véronique Bellon-Maurel** (#DigitAg, ITAP, Irstea)
- **Régine Chatagnier** (Cirad, département ES)
- **Denis Depommier** (Cirad, Direction Régionale Afrique centrale)
- **Patrice Grimaud** (Cirad, Direction Régionale Afrique de l'Ouest - Forêt et Savane Humide)
- **Annie Huguet** (TETIS, Cirad)
- **Sylvie Lewicki-Dhainaut** (Cirad, Direction Régionale Afrique de l'Ouest - Zone sèche)
- **Maïssa Mbaye** (Université Gaston Berger, Saint-Louis)
- **Laura Norcy** (LIRIMA, Inria)
- **Nicolas Paget** (INNOVATION, Cirad)
- **Pierre Père** (#DigitAg, Irstea)
- **Christophe Lesueur et Philippe Vismara** (Montpellier SupAgro)
- **Cheikh Talibouya Diop** (Université Gaston Berger, Saint-Louis)
- **Aurélie Toillier** (INNOVATION, Cirad)
- **Eric Vall** (SELMET, Cirad)

Comité Scientifique

- **Eric Badouel** (LIRIMA, Inria)
- **Gaoussou Camara** (Université Alioune Diop de Bambey, Sénégal)
- **David Cros** (AGAP, Cirad Cameroun)
- **Guy Faure** (INNOVATION, Cirad)
- **Emile Faye** (HORTSYS, Cirad Sénégal)
- **Bamba Gueye** (Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal)
- **Jean Paul Laclau** (Cirad, département Persyst)
- **Louise Leroux** (AIDA, Cirad Sénégal)
- **Moussa Lo** (Université Virtuelle du Sénégal, Dakar, Sénégal)
- **Oumar Niang** (Ecole Polytechnique de Thiès, Sénégal)
- **Jean Louis Noyer** (Cirad, département Bios)
- **Emilie Peynaud** (AMAP, Cirad Cameroun)
- **Mathieu Roche** (TETIS, Cirad)
- **Jean-Jules Tewa** (ENSP, Université Yaoundé 1, Cameroun)
- **Ibra Touré** (SELMET, Cirad)

Date : [Vendredi 26 avril 2019 - Saint-Louis](#)

SESSION AgriNumA'2019 - CNRIA'2019

Présentations de projets en Agriculture Numérique

- **Orateur** : Maïssa Mbaye (*Université Gaston Berger de Saint-Louis*)
 - **Titre** : Projet PANDA : Plateforme innovante de collecte et d'aide à la décision pour une Agriculture DurAble
 - **Résumé** :
 - L'agriculture occupe une place prépondérante dans l'économie du Sénégal. Dans un contexte de changement climatique, l'agriculture de précision est incontournable pour les exploitants sénégalais. Les principaux facteurs limitant les performances de l'agriculture sénégalaises sont : des politiques agricoles instables par manque de données quantitatives et qualitative fiables, application de techniques agricoles importées et parfois inopérantes par des chercheurs qui n'ont que très peu de données pour travailler.
 - L'objectif de ce projet est de mettre en place une plateforme de collecte de données sur les principaux paramètres environnementaux qui peuvent permettre aux chercheurs et décideurs de proposer des solutions pour améliorer la productivité agricole au Sénégal. Le groupe de chercheurs du projet, d'horizons scientifiques pluridisciplinaires (Informatique, Hydrologie, Agronomie, Traitement du Signal, etc.), vont pouvoir valider l'efficacité des nouvelles techniques agricoles mises en œuvre. L'exploitation des données recueillies va permettre une prise de décisions concernant la pertinence mais aussi le calendrier des apports en eau et en intrants et une irrigation efficiente des surfaces cultivables. Les résultats seront vulgarisés le plus largement possible.
 - L'enjeu principal ici est que les itinéraires agricoles sont souvent produits ailleurs et leur validité n'a pas été suffisamment étudiée dans un environnement comme celui du Sénégal.
-

- **Orateur** : Moussa Diallo (*UCAD/ESP*)
 - **Autres co-auteurs** : Bamba Gueye (*UCAD/FST*) et Madoune Robert Seye (*UCAD/ESP*)
 - **Titre** : Projet COWSHED (COmmunication within White Spots for brEeDers) : la communication en zone blanche
 - **Résumé** :
 - Le projet COWSHED (COmmunication within White Spots for brEeDers) a pour objectif de rendre possible la communication en zone blanche (zone sans aucune couverture téléphonique). Nous avons mis en œuvre un prototype de relais mobile, connecté et autonome en énergie, qui permet aux éleveurs de communiquer dans les zones où aucun des opérateurs téléphoniques n'est présent. Le prototype a été testé, avec des associations d'éleveurs, au Village de NAMAREL dans le ferlo. Nous allons présenter le projet, les résultats obtenus ainsi que leurs impacts sur les populations.
-

- **Orateur** : Mathieu Roche (*TETIS, Cirad*)
- **Autres co-auteurs** : Sarah Valentin (*TETIS et ASTRE, Cirad*), Elena Arsevska (*ASTRE, Cirad*), Julien Rabatel, Jocelyn de Goër de Hervé (*Inra*), Sylvain Falala (*ASTRE, Cirad*), Alizé Mercier (*ASTRE, Cirad*), Renaud Lancelot (*ASTRE, Cirad*)
- **Titre** : Projet de veille en épidémiologie animale
- **Résumé** :

La veille sanitaire en santé animale repose traditionnellement sur les données issues de sources officielles de notification telles que l'OIE (Office International des Epizooties) ou la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Ces sources produisent une information vérifiée et structurée, mais sont sujettes à des délais de communication parfois importants. De plus, certains événements sanitaires ne sont pas officiellement déclarés. Ainsi, ces dernières années, les sources dites "non-officielles" (réseaux sociaux, médias électroniques, etc.) sont l'objet d'un intérêt croissant. Afin d'appuyer le travail de la Veille Sanitaire Internationale (VSI), un outil de surveillance des articles publiés sur le web, PADI-web (Platform for Automated extraction of animal Disease Information from the web), a ainsi été créé. Cet outil permet (1) d'aspirer quotidiennement des articles relatifs à des maladies d'intérêt, (2) de classer ces articles vis à vis de leur pertinence, (3) d'en extraire des indicateurs épidémiologiques (maladie, hôtes, localisations, dates, symptômes) grâce à un module d'extraction d'information.

- **Orateur** : Ahmath Bamba Mbacke (*Université Cheikh Anta DIOP de Dakar*)
 - **Titre** : Projet « Tolbi », une technologie destinée à faciliter l'irrigation des champs et à améliorer les rendements agricoles
-

Présentations de contributions méthodologiques pour des applications en Agriculture Numérique

- **Orateur** : Assane Guèye (*Université Alioune Diop de Bambey*)
- **Autres co-auteurs** : Babacar Mbaye, Alassane Diop
- **Titre** : An Alert System on the Presence of Myriapods in Peanut Farms in Senegal
- **Résumé** :

In Senegal, agriculture remains one of the most important sectors of the economy and the culture of peanut is one of the pillars in this domain. Unfortunately, the expansion of this culture is constantly hampered by attacks from several enemies such as the myriapods. These attacks can happen as early as during the germination but also during the fructification of the plants. As a defense solution, farmers use pesticides that often are hostile to the environment. The goal of this project is to build an early detection system that can warn farmers about the presence of the myriapods before the onset of the first attacks. Our proposed solution will be composed of a network of sensors that collect data (environment, soil acidity/composition, etc...), a computing system that uses the collected data to infer whether the insects are present or not, and a communication system that delivers alerts and advices to the farmers. Early detection of myriapods will allow farmers to use better and more environment-friendly defense solutions. We envision to efficiently build such system while keeping its price as low as possible.

- **Orateur** : Hugo Deleglise (*TETIS*, #DigitAg)
 - **Autres co-auteurs** : Roberto Interdonato (*TETIS*, *Cirad*), Elodie Maître d'Hôtel (*MOISA*, *Cirad*), Agnès Bégué (*TETIS*, *Cirad*), Maguelonne Teisseire (*TETIS*, *Irstea*), Mathieu Roche (*TETIS*, *Cirad*)
 - **Titre** : Mise en relation des données hétérogènes pour le renforcement des systèmes de sécurité alimentaire - Cas de la production agricole en Afrique Ouest
 - **Résumé** :

Ces travaux visent au renforcement des systèmes de suivi de la sécurité alimentaire (SSA) par l'utilisation de données hétérogènes. Alors que les données agro-climatiques (imagerie satellitaire, données climatiques, etc.) sont largement utilisées dans les SSA, l'utilisation de données provenant de différents domaines (enquêtes ménages, médias sociaux, presse, analyse de marché) a souvent été négligée. La télédétection, utilisée en routine pour les suivis en temps réel de la croissance de la végétation, ne suffit pas à expliquer des situations d'insécurité alimentaire. L'objectif de cette thèse vise à définir des techniques originales de fouille de données conçues spécifiquement pour le traitement de données hétérogènes (hétérogénéité spatiale, temporelle, thématique, source de la donnée, etc.) et à montrer comment les données de télédétection peuvent être enrichies en les reliant à des données pertinentes de domaines différents afin de les rendre plus adaptées à l'analyse de phénomènes complexes de sécurité alimentaire. Pour ce travail, nous nous concentrons sur des études menées au Burkina Faso durant ces dernières décennies (EPA, LSMS, etc.) au cours desquelles des indicateurs de sécurité alimentaire ont été récoltés, en mobilisant des données agro-climatiques, économiques et textuelles. Par ailleurs, d'autres terrains pourront également être étudiés, en mobilisant des données disponibles au Sénégal.
-

- **Orateur** : Abdoul Aziz Mbacke (*LIRIMA*, *Inria*, *Université Lyon*)
 - **Titre** : Communication sans fil pour l'agriculture connectée
 - **Résumé** :

La forte urbanisation dont le monde est témoin exige une meilleure gestion des villes. Cette gestion améliorée passe par la surveillance et la maintenance des équipements et infrastructures urbaines afin d'assurer plus de sécurité et bien-être aux habitants. Pour atteindre ces objectifs, un rôle clé a été confié aux technologies de l'information et de la communication (TIC) à travers les concepts de l'Internet des Objets (IoT) et des Villes Intelligentes. Nous avons donc observé un nombre grandissant de dispositifs de captation de données intégrés à différents éléments de la ville pour offrir des services et applications dédiés. Cependant, certaines contraintes matérielles, technologiques, économiques et environnementales relatives à la nature des dispositifs utilisés freinent encore les objectifs de couverture et de gestion totales des infrastructures urbaines. La première partie de notre présentation se positionne dans ce contexte et propose l'Identification par Radio Fréquence (RFID) en complément des techniques déjà utilisées afin de pallier ces manquements. Nous aborderons également les principaux problèmes relatifs à l'utilisation de cette technologie. Dans la suite de notre présentation, nous reviendrons sur quelques cas d'usages tels que l'agriculture et la gestion des déchets solides urbains. La suite de notre présentation identifiera les autres défis et enjeux technologiques et sociétaux abordés dans le cadre de nos travaux de recherche.
-

Date : Lundi 29 avril 2019 - matin - Dakar

INTRODUCTION :

“Présentations sur le contexte des écosystèmes d’innovation par le numérique”

- **Orateur :** Véronique Bellon-Maurel (*#DigitAg, Irstea*)
- **Titre :** En France, un dispositif inédit pour structurer la recherche sur l’agriculture numérique : l’Institut Convergences Agriculture Numérique *#DigitAg*
- **Résumé :**

L’agriculture doit aujourd’hui faire face à quatre exigences : être compétitive, assurer la sécurité alimentaire d’une population en croissance, respecter l’environnement et garantir aux agriculteurs des conditions de vie correctes. Les technologies numériques représentent un axe majeur d’innovation et de développement pour relever ce défi global en transformant fondamentalement l’agriculture. Ainsi, l’Agriculture numérique est un secteur scientifique et économique émergent bien identifié en France dans le rapport “agriculture innovation 2025”.

Depuis début 2017, l’Institut Convergences Agriculture Numérique *#DigitAg* est financé par le programme investissements d’avenir pendant 8 ans (9,9 M€ de subventions, plus 3 M€ de la part des établissements fondateurs sous forme de bourses de thèses). Il réunit 17 acteurs, organismes publics de recherche et d’enseignement (Irstea, Inra, Inria, Cirad, Montpellier SupAgro, AgroParisTech et Université de Montpellier), acteurs du transfert (SATT AxLR et ACTA) et entreprises, dans un partenariat piloté par Irstea, avec l’objectif d’accélérer et d’accompagner le développement de l’agriculture numérique et des entreprises du domaine, en France et dans les pays du Sud à partir de nouveaux outils, services et usages. Basé à Montpellier avec une antenne à Toulouse et une à Rennes, il a pour ambition de devenir une référence mondiale en agriculture numérique.

Ses actions de recherche sont menées autour de co-financements de thèses (60 thèses), de stages de masters (150 stages de masters) et de post-doc (10 post-docs), de financements d’accueil de chercheurs étrangers, d’écoles chercheurs... L’institut *#DigitAg* compte aussi une graduate school avec 24 formations qui peuvent contribuer à l’agriculture numérique, dans les domaines des sciences pour l’ingénieur, des sciences du vivant et des sciences économiques, humaines et sociales. L’interdisciplinarité est très présente, la valorisation aussi avec l’accompagnement des étudiants qui souhaiteraient créer leur entreprise. Enfin, la dimension internationale est recherchée au travers d’échanges de chercheurs ou d’étudiants, ou par le montage de formations conjointes.

-
- **Orateur :** Adrien Schwarz (*Ambassade de France -SCAC- à Dakar*)
 - **Autres co-auteurs :** Maryline Loquet
 - **Titre :** Teranga Tech & Ag Tech
-

- **Orateur** : Elisabetta Demartis (*YeeSal Agrihub et AgriTools*)
- **Titre** : L'écosystème AgriTech en Afrique de l'Ouest : défis et opportunités
- **Résumé** :

L'Afrique représente aujourd'hui le continent qui possède les plus grandes réserves de terres arables non exploitées, mais elle dépense chaque année plus de 4 milliards de dollars pour importer des aliments. Dans l'optique d'améliorer les systèmes de production de nourriture en Afrique face aux contraintes liées au changement climatique, aux politiques démodées et aux chaînes de valeur mal organisées, les TIC représentent une véritable solution pour aider les agriculteurs à être plus informés et conscients sur les décisions à prendre. Avec un taux de pénétration des services Internet de 58,79%, des millions d'internautes et des abonnés au téléphone mobile, le Sénégal devient de plus en plus un pays connecté qui voit la naissance d'initiatives entrepreneuriales qui impliquent les jeunes dans le développement de solutions numériques pour résoudre les problèmes liés au monde rural. Plateformes de e-commerce pour la promotion des produits locaux, applications SMS pour informer les agriculteurs du prix des produits agricoles sur le marché, objets connectés (IoT) pour irriguer le champ à distance, ne sont que quelques-unes des nombreuses solutions développées par les start-ups Ouest-Africaines. Les jeunes sont aujourd'hui au premier rang pour résoudre les problèmes qui affectent les agriculteurs et promouvoir les produits nutritionnels locaux, ainsi que renforcer les capacités des femmes et contribuer à la croissance économique des économies des pays africains à travers la création de nouveaux emplois. Une évaluation de l'impact de ces applications sur la vie des agriculteurs reste encore à faire, ainsi que la façon d'utilisation de mégadonnées qui peuvent offrir des solutions durables à certains défis comme par exemple les insecticides, les maladies et la volatilité des marchés, mais aussi faciliter l'accès sur le marché africain des industries qui peuvent menacer les cultures locales et la biodiversité.

-
- **Orateur** : Alexandre Kabre (*Direction Générale ECODATA West Africa*), Modeste F. Bationo (*Expert innovations agricoles*)
 - **Titre** : AGRO-PASTORALISME 2.0 : Synergies pour l'émergence d'une agriculture intelligente et attractive pour les jeunes au Burkina Faso
 - **Résumé** :

Pour relever les défis de l'agriculture au Burkina Faso, il est indéniable que les TIC peuvent être mis à contribution. Plusieurs initiatives allant dans ce sens ont été développées à la fois par des acteurs du secteur public que du secteur privé. Mais ces actions peinent à prendre de l'envol du fait qu'elles sont indexées essentiellement sur des projets. Ce qui pose le problème de la pérennisation donc d'ancrage réel des solutions TIC dans l'agriculture. ECODATA, avec le soutien du Cirad, a réalisé une étude de capitalisation des expériences menées dans le domaine des TIC appliquées à l'agriculture au Burkina Faso. Il s'est agi par la suite d'animer un atelier sur la base d'une analyse documentaire couplée à des entretiens ouverts afin d'aboutir à la création de conditions favorables pour des interactions permanentes et une synergie d'action entre les acteurs/professionnels du domaine des TIC appliquées à l'Agriculture.

Ainsi, de 2000 à 2018, 25 initiatives, avec des fortunes diverses, ont été répertoriées dont 36% portées par le secteur public, 28% par les Organisations paysannes, 24% par le privé et 12% par des ONG. L'essentiel de ces initiatives a été financé par l'aide extérieure au développement (84%) contre à peine 9% par le privé local. L'analyse des services offerts montre qu'une diversité de solutions a été mise en œuvre.

L'analyse partagée des entraves au développement des services AgriTIC a permis d'identifier quatre difficultés majeures liées (i) au cadre institutionnel et réglementaire spécifique, (ii) l'accès et l'alimentation des bases de données, (iii) l'adoption des solutions proposées et (iv) la déperdition post-projets des solutions faute de *business model* viables. Plusieurs pistes de solutions ont été dégagées dont la mise en place d'un cadre permanent de concertation et de partage des expériences de la *smart-agriculture* au Burkina Faso, sous forme d'un forum annuel.

- **Orateur** : Hélène Kirchner (*LIRIMA, Inria*)
 - **Titre** : Présentation du LIRIMA – Laboratoire International de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées
 - **Résumé** :
En 2009, Inria et ses partenaires académiques Africains ont créé le LIRIMA - Laboratoire International de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées. Le fonctionnement du LIRIMA est basé sur le concept d'Équipe Associée entre une équipe Inria et un partenaire universitaire Africain qui développe un projet de recherche sur trois ans renouvelable, sur un sujet dont la finalité concerne une problématique économique ou sociétale de ce continent. Le LIRIMA a pour mission de favoriser les échanges d'étudiants et de chercheurs, leur formation en recherche et innovation, mais aussi la réflexion prospective via des séminaires thématiques organisés avec d'autres partenaires régionaux.
L'exposé illustrera cette action par deux exemples de projets concernant l'agriculture numérique en Afrique.
-

- **Orateur** : Hervé Pillaud (*Digital Africa*)
- **Titre** : Présentation de Digital Africa – Une nouvelle approche pour la promesse d'un monde nouveau
- **Résumé** :
En novembre 2017, lors de son discours à la jeunesse africaine à l'université de Ouagadougou, le Président de la République a souhaité la création de Digital Africa pour soutenir la dynamique entrepreneuriale africaine et accompagner le développement de projets d'innovation numérique à impact sur le continent africain. Créée le 12 octobre 2018, l'association s'appuie sur 10 membres ayant un ancrage local ou une activité en Afrique afin de favoriser la diffusion et l'appropriation de cette démarche participative et collaborative : L'Afd, le CFI, Jokkolabs, DO4Africa, Afrilabs, la Fabrique des Mobilités, Bond'Innov, GEN-Africa, FING, la Ferme Digitale.
L'initiative Digital Africa est inédite : il ne s'agit pas de créer un nouveau réseau professionnel pour les entrepreneurs, mais de réunir l'ensemble des acteurs de l'écosystème en présence (les entrepreneurs, les structures d'accompagnement, les investisseurs, le grand public, les grandes entreprises, les universités, les institutions et associations, etc.) dans une dynamique partageant une même vision : mettre l'intelligence collective au service du développement de l'entreprenariat et de l'innovation numérique sur le continent africain.
Pour atteindre ces objectifs, l'initiative passe par plusieurs canaux pour fédérer ces acteurs sur le continent :
 - La mise en place d'une plateforme web de partage d'information et de connaissance pour les acteurs des écosystèmes entrepreneuriaux et de l'innovation locaux et internationaux ;

- La création d'un label pour identifier et valoriser un entrepreneuriat africain innovant, durable et inclusif ;
 - La mise en place de clusters thématiques.
- « Agriculture, territoires ruraux, ressources naturelles » est un cluster pour promouvoir des solutions concrètes, locales et innovantes, dans une approche collaborative, ouverte et porteuse des valeurs de progrès, de respect de l'environnement, de parité hommes-femmes, de neutralité et d'équilibre entre acteurs afin de contribuer par des initiatives locales à la résolution des défis globaux.
-

Date : Lundi 29 avril 2019 - après-midi - Dakar

SESSION 1 :

“Piloter son exploitation agricole avec le numérique”

- **Orateur :** Oumar Basse (*Nano Air*)
- **Titre :** WIDIM POMPE : La télé-irrigation au secours des agriculteurs sénégalais
- **Résumé :**

Dans le Rapport “Water-Wise. Smart irrigation Strategies for Africa” des experts soulignent qu'en Afrique à peine 6% de la surface cultivée est irriguée, contre 14% en Amérique latine et 37% en Asie. L'ampleur des défis que doit relever le continent pour nourrir une population en forte expansion et réduire la pauvreté, alors que se précisent les menaces liées au changement climatique, impose de faire de l'irrigation une réelle priorité politique. L'irrigation n'est qu'un ingrédient d'une stratégie d'intensification durable en faveur des petits producteurs. Mais c'en est une pièce essentielle, trop longtemps négligée et qui mérite désormais toutes les attentions.

Les avancées technologiques sont telles que des progrès significatifs peuvent être apportés à ce niveau-là et c'est là que l'entreprise Nano Air intervient en cherchant d'identifier les problèmes et apporter des solutions technologiques innovantes qui y répondent de façon concrète. Selon l'ANSD (Agence nationale de la statistique et de la démographie), au Sénégal, il y a 50.000 exploitants agricoles qui sont à plus de 5 kilomètres de leur champ. Ils dépensent du carburant et de l'énergie pour s'y rendre et enclencher le mécanisme d'arrosage. Encore qu'il y a des risques de vol s'il n'y a pas, sur place, un gardien. Nano Air s'insère dans ce contexte en offrant des solutions concrètes à ces problématiques. Une fois installée avec un starter, le boîtier (nommé WIDIM POMPE) créé par l'entreprise permet à l'agriculteur de déclencher à distance l'irrigation de son champ à travers des commandes SMS simples avec un téléphone basique. WIDIM POMPE donne la possibilité à l'agriculteur d'avoir le bilan de sa consommation en eau et énergie, des alertes vols par SMS.

- **Orateur** : Julien Sarron (*HORTSYS, Cirad, France - Centre pour le Développement de l'Horticulture, Isra, Sénégal*)
- **Autres co-auteurs** : Éric Malézieux (*HORTSYS, Cirad*), Cheikh Amet Bassirou Sané (*Université Cheikh Anta Diop - UCAD, Fac. Sci. Tech., Dakar, Sénégal*), Émile Faye (*HORTSYS, Cirad, Centre pour le Développement de l'Horticulture, Isra, Sénégal*)
- **Titre** : Cartographie de la production des vergers de mangue à partir des paramètres de structure des arbres et de l'occupation des sols évalués par drone

- **Résumé :**

Les informations de rendement sont importantes pour les producteurs et les acteurs des filières arboricoles. Cependant, elles sont encore aujourd'hui inaccessibles dans la plupart des systèmes de production tropicaux. En effet, dans ces vergers, l'estimation de rendement est basée sur l'extrapolation du nombre de fruits manuellement comptés sur un nombre limité d'arbres ; une étape fastidieuse et imprécise qui ne permet pas d'estimer l'hétérogénéité de production au sein d'une parcelle. Dans cette étude, nous proposons une méthode alternative aux modèles mécanistes d'élaboration du rendement et aux systèmes de vision embarquée pour cartographier précisément la production des arbres dans des vergers de manguiers. Dans 15 vergers de trois systèmes de culture (verger moderne en monoculture, diversifié plurispécifique et verger traditionnel extensif) dans le bassin des Niayes au Sénégal, les paramètres de structure (hauteur, surface et volume du houppier) et la variété des manguiers ont été mesurés par photogrammétrie et télédétection orientée objet sur des images RVB obtenues par drone. Des modèles d'estimation de la production ont été développés pour trois variétés de manguiers en combinant ces paramètres de structure avec un indice de charge moyen, mesuré au sol et prenant en compte les effets années et pratiques. La classification des espèces d'arbres et les modèles d'estimation de production, évalués sur 60 arbres, atteignent des performances satisfaisantes (précision de 0,89 pour la classification, $R^2 > 0,77$ et RMSE entre 20% et 29% pour les modèles). La comparaison entre le rendement estimé et le rendement mesuré montrent l'efficacité de la méthode. Ainsi, cette boîte à outils numérique permet d'obtenir rapidement et précisément une carte de production des vergers de mangue, fournissant une estimation précise des rendements aux producteurs et permettant aux chercheurs d'étudier les paramètres qui pilotent la variabilité de production intra- et inter-vergers.

- **Orateur** : Régis Diebre (*Direction Générale Espace Géomatique s.a.r.l. Enseignant vacataire en télédétection à l'Université Ouaga*)
- **Titre** : Données numériques de drone et conseils agricoles simples pour des analyses coût-bénéfice au Burkina Faso – Applications sur le maïs et le riz
- **Résumé :**

L'agriculture occupe 75% de la population au Burkina Faso et est donc importante pour ce pays dont une des priorités est l'atteinte d'une sécurité alimentaire certaine. Mais, face à la pression foncière et aux aléas climatiques, il devient impératif d'orienter les pratiques agricoles de sorte à produire beaucoup en optimisant les moyens de production. C'est alors que d'une part la FEPAB, le CTA et AFDI et Espace Géomatique et d'autre part l'INERA, le CTA et Espace Géomatique, ont initié des tests d'utilisation de drone en matière agricole dans le but de voir en quoi cette technologie pourrait apporter une plus-value dans la production. La FEPAB a choisi le maïs pluvial et l'INERA le riz irrigué. Dans les deux cas, il s'est agi de choisir deux lots de parcelles dont l'un témoin et l'autre d'expérimentation, de réaliser un profilage des producteurs, faire une couverture aérienne RGB de départ, de réaliser à différentes phases

phénologiques des cultures, des survols successifs à l'aide d'un drone muni d'un capteur multispectral, de générer des indices de végétation, de former les producteurs d'expérimentation à l'exploitation des cartes NDVI et de leur donner des conseils de bonnes pratiques culturales et de fertilisation, en vue d'une augmentation des productions. A la fin, les productions de chacun des deux lots sont comparées en intégrant les charges de production, puis des analyses coûts-bénéfices sont réalisées, en vue d'apprécier la plus-value apportée par l'utilisation de la technologie drone. L'expérimentation réalisée avec la FEPAB a révélé une différence nette en terme de gain entre producteurs d'expérimentation et témoins. L'analyse coût-bénéfice avec l'INERA est toujours en cours.

- **Orateur** : Émile Faye (*HORTSYS, Cirad, France - Centre pour le Développement de l'Horticulture, Isra, Sénégal*)
 - **Autres co-auteurs** : Julien Sarron, (*HORTSYS, Cirad, France - Centre pour le Développement de l'Horticulture, Isra, Sénégal*), Jeanne Diatta (*Centre pour le Développement de l'Horticulture, Isra, Sénégal*), Philippe Borianne (*AMAP, Cirad*)
 - **Titre** : PixFruit : un outil d'acquisition, de gestion et de partage de données pour une normalisation de la filière Mangue en Afrique de l'Ouest aux services de ses acteurs.
 - **Résumé** :
Le développement des filières fruitières en Afrique est fortement freiné par le manque d'outils consultatifs factuels ou prédictifs permettant de dresser l'état de la production dans le temps et dans l'espace : depuis les producteurs qui ne connaissent pas précisément leurs rendements de l'année (comptage manuel), les acheteurs exportateurs qui bataillent pour prévoir leurs approvisionnements, les collectivités démunies pour concevoir des politiques agricoles adaptées à la variabilité des potentiels de production de leurs régions, jusqu'aux scientifiques en attente permanente de données quantitatives fiables. Dans ce contexte, il est indispensable d'améliorer les moyens de suivi de la production horticole pour faire face aux enjeux du développement et réduire la vulnérabilité des populations. En effet, l'estimation et la prévision de la productivité des cultures revêtent un enjeu stratégique pour les pays en voie de développement à la fois en termes de sécurité alimentaire (autonomie) mais aussi économique (maîtrise, contrôle et optimisation des volumes produits). Dans ce contexte, l'outil PixFruit *Mangue* représente une solution numérique d'acquisition, de gestion et de partage de données sur la production de mangue en Afrique de l'Ouest incluant l'acquisition participative au champ par smartphone, l'analyse des rendements sur serveur distant et le partage, via une plateforme géoportail à disposition des acteurs de la filière (producteurs, exportateurs, politiques, scientifiques), de données traitées (rendement du verger, rendements moyens de la zone, potentiels de production, disponibilité, surfaces productives...). L'objectif de cet outil est triple : 1) informer les producteurs sur leur rendement afin d'orienter leurs prises de décision, 2) faciliter la mise en relation des acteurs de la filière sur la base des productions mesurées, et 3) alimenter une base de données enrichie et spatialisée de la production de mangue en Afrique de l'Ouest pour répondre aux questions de recherche et de développement.
-

SESSION 2 :

“Aide à la décision et médiation numérique pour appuyer les acteurs des filières et l'action publique avec le numérique”

- **Orateur** : Abdoul Aziz Diouf (*Centre de Suivi Ecologique Dakar, Sénégal*)
- **Autres co-auteurs** : Louise Leroux, Ibrahima Diop, Youssoupha Ba, Babacar Ndao, Amadou M. Dieye
- **Titre** : Analyse par télédétection des conditions de croissance de la végétation pour l'alerte précoce en zones pastorales du Sénégal
- **Résumé** :

Les parcours naturels jouent un rôle fondamental dans l'alimentation du bétail en zones pastorales du Sahel. Face au changement climatique, le disponible fourrager est difficile à prédire compte tenu de la forte variabilité spatio-temporelle des conditions pluviométriques. Des méthodes basées sur des indices satellitaires comme le *Vegetation Condition Index (VCI)* et le *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* sont utilisées par le Centre de Suivi Écologique au Sénégal respectivement pour le suivi des conditions de croissance végétale et l'estimation du disponible fourrager de fin de saison des pluies. L'objectif de cette étude est d'analyser la relation entre la production fourragère et les conditions de croissance aux mois de juillet, août, septembre et octobre dans trois écorégions du Sénégal (Tappan et al., 2004) disposées suivant le gradient pluviométrique. Les images de VCI décadaire entre juillet et octobre ainsi que les images de production fourragère estimée des années 2013 à 2017 ont été utilisées. Le VCI a été calculée à partir d'une série d'images NDVI SPOT-VGT et PROBA-V (1km) alors que la production fourragère a été estimée avec un modèle statistique (Diouf et al., 2017). Les anomalies de biomasse fourragère ont été déterminées par comparaison à la moyenne historique sur la période 1999-2012.

Les résultats montrent que l'année 2014 a été la plus déficitaire et 2013 la plus productive en termes de biomasse fourragère à l'échelle de la zone d'étude. Le VCI du mois de juillet explique mieux le disponible fourrager de fin de saison avec en moyenne un coefficient de corrélation de 0,62 contre 0,50, 0,38 et 0,45 respectivement pour les mois d'août, septembre et octobre. Cette relation significative entre le VCI du mois de juillet et la biomasse est d'autant plus marquée pour l'année déficitaire 2014. Si confirmés avec une série de données plus longue, ces résultats permettraient d'améliorer la détection précoce des années de déficit fourrager et la prévention de l'insécurité alimentaire du bétail par le Ministère en charge de l'élevage au Sénégal.

Mots-clés : conditions de croissance, biomasse, VCI, zones pastorales, écorégion, Sénégal

Références :

Diouf A. A., Sarr M. A., Ba T., Taugourdeau S., Dieye A. M., Sy I., Diop A. T. (2017). Évaluation intra-saisonnière de la production fourragère des parcours naturels du Sénégal. Pastoralism in the Current of Global Changes: stacks, challenges and prospects, 20-24 November 2017 – Dakar (Senegal).

Tappan, G.G.; Sall, M.; Wood, E.C.; Cushing, M. Ecoregions and land cover trends in Senegal. J. Arid Environ. 2004, 59, 427-462.

- **Orateur** : Oumare Moulaye (*Agrhymet*)
 - **Autres co-auteurs** : Agali Alhassane (*Agrhymet*), Sanoussi Atta (*Agrhymet*)
 - **Titre** : Suivi agrométéorologique de la campagne agricole pour l'alerte précoce et l'aide à la décision au Sahel et en Afrique de l'Ouest.
 - **Résumé** :
Outils et méthodes agrométéorologiques de suivi de la campagne agricole et portail d'information sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle au Sahel et en Afrique de l'Ouest pour améliorer la qualité de l'information d'aide à la prise de décision en vue d'une meilleure réponse aux crises alimentaires et nutritionnelles dans l'espace CEDEAO/UEMOA/CILSS.
-

- **Orateur** : Awa Thiam (*Lifantou SAS*)
 - **Titre** : Lifantou, Chaque graine est une lumière.
 - **Résumé** :
Grâce à la cartographie et l'imagerie satellitaire, Lifantou a pour mission d'accompagner la production alimentaire et la chaîne de distribution. Nous mettons en relation les producteurs et les cantines scolaires afin d'apporter un repas par jour à chaque enfant. Un modèle économique où les producteurs nourrissent les enfants et le système éducatif finance l'agriculture locale.
Nous souhaitons accompagner la mise en place d'un système de cantines scolaires sur le plan national à moindre coût à travers un processus d'échange alimentaire optimisé basé sur un Système d'Information Géographique. Notre solution basée sur les nouvelles technologies permet de cartographier les productions alimentaires, d'observer les zones de production grâce à l'imagerie satellitaire et d'accompagner ainsi les producteurs à une meilleure connaissance de leur environnement et à une production plus adaptée. Nous accompagnons les écoles à se ravitailler directement chez nos producteurs partenaires qui découvrent alors une clientèle fiable, pérenne et prévisible.
-

- **Orateur** : Cheikh Ousmane Loum (*N'Kalô Sénégal*)
- **Titre** : Le Service N'kalô : un service d'intelligence économique unique, au service des chaînes de valeurs agricoles africaines
- **Résumé** :
N'kalô, qui signifie « je suis informé en dioula », est un service d'informations et de conseils pour les acteurs privés des filières agricoles d'Afrique de l'Ouest. Il est né en 2010, en Côte d'Ivoire, grâce à un financement de l'Union européenne. En 2018, N'kalô couvre 13 pays et s'autofinance en grande partie. Il diffuse différents supports : Bulletins, SMS, Call Center, USSD, messages vocaux, études personnalisées. N'kalô implique de nombreuses organisations : Ops, Ong, consultants indépendants, établissements publics, commerçants, opérateurs télécom etc. liées par leur engagement à fournir une information et un conseil de qualité aux opérateurs privés mais sont indépendantes. N'kalô produit de l'intelligence économique à travers les analystes nationaux qui collectent et traitent l'information à l'échelle nationale et les analystes internationaux qui compilent les informations nationales et les complètent avec les informations internationales. Ils synthétisent ces informations pour produire des supports d'information (Bulletins, SMS, etc.) et des conseils (Venez-vite, stockez, attendez le prix xxx pour vendre/acheter...). Les supports d'information sont complémentaires et adaptés aux cibles. L'information destinée aux producteurs est envoyée sur téléphone mobile et à l'oral. Les mécanismes d'abonnement sont divers

mais restent abordables pour les producteurs (entre 2 et 4 usd/an). L'information et les conseils destinés aux acteurs de l'aval de la filière sont envoyés par email. Des abonnements à tarifs préférentiels sont proposés aux organisations de producteurs (18 usd/an contre 120 usd/an pour les autres acteurs). Une étude d'impact conduite en 2018 au Sénégal a notamment montré que le service touche les producteurs et les acteurs de la filière à différents niveaux. En moyenne, un récepteur de l'information la rediffuse à 30 personnes autour de lui. Le gain moyen par producteur récepteur de l'information varie entre 25 et 150 euros/an selon les campagnes et les filières agricoles. Nous estimons que le service fait gagner chaque année entre 1 et 3 millions d'euros à de petits producteurs abonnés sans compter l'impact sur les autres acteurs de la filière. Au Sénégal, N'kalô couvre les filières céréales (mil, maïs, sorgho et riz), sésame, arachide, cajou, engrais. D'autres filières comme l'hévéa, la gomme arabique, le cacao, etc. sont couvertes dans d'autres pays.

- **Orateur** : Omar Cissé Sow (*Cnaas*)

- **Titre** : L'imagerie satellitaire et l'assurance agricole indicielle, programmes et partenariat

- **Résumé** :

La présentation sera axée sur l'expérience de la Cnaas dans la Gestion des risques agricoles et passera en revue tous les programmes et projets indicels notamment les différents types d'indices d'assurance agricole au Sénégal, le suivi de campagne par l'imagerie satellitaire et les contraintes et leçons apprises.

- **Orateur** : Chloé Alexandre (*INNOVATION, Cirad, #DigitAg*)

- **Titre** : Emergence du numérique et transformation des services de conseil agricole au Burkina Faso.

- **Résumé** :

Le numérique, en particulier les technologies de l'information et de la communication (TIC), peuvent améliorer la couverture, l'efficacité et/ou la pertinence des services de conseil agricole. Les cas d'échec dans le domaine des TIC pour le développement (ICT4D) sont cependant courants. Si les initiatives en la matière sont nombreuses au Burkina, nous ignorons encore à quelles conditions les fournisseurs de conseil agricole réussissent à exploiter le potentiel des TIC et comment ces outils transforment les services.

Pour répondre à ces questions, nous proposons une synthèse de l'analyse réalisée sur 15 dispositifs de conseil agricole intégrant les TIC. L'analyse a pour but :

(1) d'identifier la nature et la fonction des TIC dans le dispositif ainsi que les objectifs des fournisseurs de conseil justifiant l'utilisation du numérique ;

(2) de souligner les transformations induites par l'introduction de ces technologies à différents niveaux (nature des fournisseurs, construction du contenu informationnel, méthode de conseil, cible et accessibilité), les limites et facteurs de blocage.

Après avoir souligné la diversité des scénarios d'utilisation des TIC dans les services de conseil agricole, nous montrerons que ces technologies transforment et le paysage du conseil national (apparition de nouveaux fournisseurs) et la manière de construire des informations et de les partager. Ces transformations sont cependant d'ampleur limitée en raison du caractère émergent et de niche de ces services.

Développer puis pérenniser un service de conseil agricole numérique constitue en effet un projet d'innovation collaborative, nécessitant de faire face à plusieurs défis. Ceci nécessite notamment de s'entourer d'un réseau de partenaires et d'en assurer la

gestion aux différents stades de développement du service, d'assurer le financement du service et un juste partage de la valeur entre les partenaires et d'adopter une méthode pour développer et adapter un service afin d'en assurer la pertinence pour les usagers. Nous détaillerons certaines des stratégies adoptées sur ces 3 points par les fournisseurs des services de conseil agricole analysés.

Date : Mardi 30 avril 2019 - matin - Dakar

ATELIER 1 :

“Conduire des recherches disciplinaires et interdisciplinaires et développer de nouvelles méthodologies avec le numérique”

- **Orateur** : Suzanne Touzeau (*LIRIMA – EPITAG, Inria & Inra, France*)
 - **Autres co-auteurs** : Israël Tankam Chedjou (*Université de Yaoundé I, Cameroun*), Yves Fotso Fotso (*Université de Dschang, Cameroun*), Jean-Jules Tewa (*Université de Yaoundé I, Cameroun*), Berge Tsanou (*Université de Dschang, Cameroun*), Samuel Bowong (*Université de Douala, Cameroun*), Ludovic Mailleret (*INRA & Inria, France*) Frédéric Grogard (*Inria, France*) - (tous membres d'EPITAG - co-auteurs camerounais membres d'UMMISCO, Ird)
 - **Titre** : Modélisation et contrôle en épidémiologie de cultures tropicales : application aux nématodes phytoparasites du bananier plantain et aux scolytes du caféier
 - **Résumé** :

L'agriculture est un secteur essentiel de l'économie de nombreux pays en voie de développement, fournissant revenus d'exportation, nourriture et emploi. Les ravageurs et pathogènes des cultures génèrent des pertes de récolte importantes chaque année, leur contrôle est donc un enjeu majeur. Les pesticides chimiques sont généralement efficaces, mais leur coût n'est pas négligeable et ils ont en général un effet néfaste sur l'environnement, voire la santé publique. Ainsi, des méthodes de lutte alternatives sont recherchées. Dans cette présentation, nous abordons cette question à partir de deux pathosystèmes : les nématodes phytophages des bananiers plantains, qui attaquent les racines de la plante et les scolytes du caféier, qui se nourrissent et se reproduisent dans les baies. Dans les deux cas, nous cherchons à maximiser le rendement. L'introduction de périodes de jachère entre les saisons de culture permet de réduire efficacement le nombre de nématodes dans le sol. À partir d'un modèle dynamique saisonnier (hybride), nous avons déterminé les durées optimales des jachères. Cette méthode est relativement coûteuse car elle implique l'achat de vitroplants sains chaque saison. En perspective, nous étudions des méthodes de lutte sans recours systématique à la jachère, permettant d'utiliser un rejet de la plante mère. Dans le cas du scolyte du caféier, nous avons considéré, entre autres contrôles, un champignon entomopathogène qui détruit le scolyte lorsqu'il cherche à pénétrer dans la baie. Nous avons déterminé la dose optimale à partir d'un modèle dynamique sur une saison de culture. En perspective, nous poursuivons cette étude dans un cadre pluri-saisonnier.
-

- **Orateur** : Emilie Peynaud (*AMAP, Cirad, Université Yaoundé 1, Cameroun*)
- **Autres co-auteurs** : Serge Stinckwich (*UMMISCO, SU/IRD*), Paulin Yonta Maletagia (*UMMISCO, UY1/IRD*), Jean-François Barczi (*AMAP, Cirad*)
- **Titre** : Projet Deep2PDE : Modélisation mathématique de croissance de plantes à l'aide de réseaux de neurones pour des applications en agroforesterie cacaoyère au Cameroun

- **Résumé** :

Les systèmes agroforestiers au Cameroun parviennent à concilier production durable de cacao, diversification des systèmes de culture et préservation de l'environnement. Ce sont des systèmes complexes difficiles à évaluer. Contribuer à la modélisation de ces systèmes permettrait de 1) mieux comprendre leur fonctionnement écophysologique et identifier les mécanismes d'interaction (complémentarité / compétition) entre les espèces qui les composent, 2) développer des outils d'aide à la décision pour contribuer à la conception de pratiques agro-écologiques innovantes et durables. Pour alimenter la conception des modèles, les nouvelles technologies offrent la capacité de collecter, stocker et traiter de grandes quantités de données en agriculture et en écologie. Cependant, on ne dispose pas forcément des bons outils (mathématiques ou informatiques) capables d'extraire l'information nécessaire à la compréhension des phénomènes étudiés, les données ne sont pas exploitées au maximum. Par ailleurs, les modèles mathématiques continus (écrits à l'aide d'équations aux dérivées partielles, EDP et généralement construits sur la base des connaissances d'experts) offrent des outils conceptuels qui permettent d'agréger et de simplifier la représentation de phénomènes spatio-temporels afin de mieux les comprendre et ainsi mieux les anticiper et les contrôler. Le projet Deep2PDE propose de mettre en place des outils informatiques s'appuyant sur l'apprentissage artificiel (réseau de neurones, Deep Learning) pour analyser des données et en extraire des modèles continus mathématiques qui puissent représenter de façon agrégée et simplifiée le phénomène biologique mesuré par les données. Les références sur ce sujet dans la littérature sont très récentes et concernent la plupart du temps des applications sur des données synthétiques. Afin de tester ces approches, nous utilisons dans le cadre du projet des données générées par le logiciel AmapSim décrivant les dynamiques de croissance de plantes afin de contribuer à la mise en place de représentations agrégées de ces dynamiques par modèle continu. A terme, il s'agira d'éprouver ces approches sur des données acquises sur des parcelles agroforestières au Cameroun (données de télédétection) dans l'optique de mieux comprendre les dynamiques de croissance végétale de ces systèmes.

- **Orateur** : Achille Nyouma (*Université de Yaoundé 1, Cameroun*)
- **Autres co-auteurs** : David Cros (*AGAP, Cirad, Palmelit, Université Yaoundé 1, Cameroun*), Joseph Martin Bell (*Université de Yaoundé 1, Cameroun*)
- **Titre** : Prédiction de la valeur génétique clonale chez le palmier à huile à partir de données génomiques haute densité et du modèle linéaire mixte.

- **Résumé** :

La prédiction de la valeur génétique clonale est l'une des limites actuelles à l'amélioration génétique du rendement chez palmier à huile. Elle se base uniquement sur la valeur propre des candidats têtes de clones, souvent peu précise compte tenu de la faible héritabilité de certaines composantes du rendement. La présente étude a évalué la possibilité de prédire la valeur génétique des hybrides têtes de clones avec données génomiques haute densité. Le génotypage par séquençage a révélé 15 055 marqueurs de type polymorphisme à un nucléotide (SNP). Les précisions de deux approches de sélection génomique (SG) ont été évaluées sur 8 composantes du

rendement. La population de calibration était de 295 et 279 croisements DELI x LM pour les composantes de production et de qualité des régimes, respectivement, et la population de validation comportait 42 clones DELI x LM. Les effets de la densité de marquage et de la modélisation de l'origine parentale des allèles ont été évalués sur la précision. Le test de Hottelling-Williams a permis d'effectuer des comparaisons de précision entre méthodes de prédiction. Les résultats ont montré une gamme précision allant de 0,65 à -0,11 en fonction du caractère et de la densité de marquage. Pour la plupart des caractères, la précision a augmenté avec le nombre de SNPs, jusqu'à atteindre un plateau à environ 7000 SNPs. La précision de SG était en général supérieure à la précision du modèle témoin utilisant le pédigrée au lieu des SNPs, montrant la capacité des données génomiques à prédire les valeurs génétiques d'individus non observés au champ. La SG peut être appliquée pour présélectionner des candidats têtes clones avant évaluation en champ, permettant d'augmenter l'intensité de sélection et donc le progrès génétique.

-
- **Orateur** : Adama Ndour (*CERAAS, Isra*)
 - **Autres co-auteurs** : Juan Pablo Rojas Bustos (*LEPSE, Inra*), Boubacar Gano (*CERAAS, Isra*), Joseph Dembélé (*CERAAS, Isra*), Alain Audebert (*AGAP, Cirad*)
 - **Titre** : Drone imagery remote sensing for sorghum high-throughput phenotyping: Investigating response to fertilization and drought
 - **Résumé** :

Crop breeding programs require rapid evaluation of large numbers of individual plots across multiple environments. This necessitates to carry out large scale phenotyping experiments to explore the expression and the inheritance patterns of genome to determine the association between genomic and phenotypic information to improve crop. Traditional phenotyping methods to collect phenotypic data are expensive, time-consuming and labor-intensive. Using unmanned aerial vehicles (UAV) equipped with different sensors have recently become an important approach for fast and non-destructive high throughput phenotyping and have the advantage of flexible and convenient operation and high spatial resolution.

Here, we present the drone phenotyping platform developed at CERAAS and based on multi-spectral and digital imagery to investigate sorghum response to fertilization and drought. UAV campaigns were planned in detailed to monitor sorghum growth and its nutritional status at different time points. Using spectral information expressed by the different wavelengths and recorded from our sensors, we used different computer vision and image processing algorithms to compute vegetation indexes (VIs) and plant characteristics associated with plant functioning such as leaf area index, chlorophyll content, plant height, biomass, etc. Besides, we also applied machine learning and deep learning approaches to our digital images for sorghum plant and panicle detection and counting known to be associated with plant density and yield. The whole pipeline of image processing and key results will be presented during the talk.

-
- **Orateur** : Assane Guèye (*Université Alioune Diop de Bambey, Sénégal*) **Autres co-auteurs** : Diery NGom, Atoumane Sene
 - **Titre** : Implémentation d'un système d'irrigation intelligente pour optimiser l'usage de l'eau tout en augmentant la productivité. Application à la culture de l'oignon au Sénégal

- **Résumé :**

L'objectif de ce projet est la mise en place d'un système d'irrigation intelligent. Ce système permettra de déceler les besoins en eau d'une culture donnée en fonction de ses paramètres biologiques et des différents paramètres environnementaux de sa zone de culture. Il permettra aussi de recueillir la quantité d'eau disponible au niveau du sol afin d'irriguer qu'en cas de besoin. Cette solution agro-technologique intègre la télémétrie, des systèmes de gestion de données et des solutions d'autoguidage qui, lorsqu'ils sont associés, sont susceptibles de rendre l'agriculture beaucoup plus productive et rentable. Pour notre projet pilote, nous avons appliqué notre solution à la culture de l'oignon.

[Présentation annulée]

- **Orateur :** Morgan O'Kennedy (*LIRIMA – AGRINET, Inria & Univ. Stellenbosch, Dept of Electrical & Electronic Engineering*)

- **Titre :** A robust and power efficient MAC protocol for an affordable, long-range WSN network

- **Résumé :**

The ever-increasing need to collect remote sensor data introduced a unique challenge due to the vast undeveloped areas in Southern Africa. Standard technologies (GSM/3G/ VHF/ satellite) are often unavailable or too power inefficient to be practical for many applications. LoRaWAN is a modernized technology that provides decent coverage versus power usage, but requires a TCP/IP backhaul connection from the gateways, making it economically unfeasible in the most remote areas. Our objective is to investigate the internals of the LoRa physical link and to develop a robust and power efficient MAC protocol. Robustness is proposed by a simple connection-oriented scheme, leveraged by properties of the LoRa physical layer, and power efficiency by accurately timed ad-hoc receive windows. The design is to be deployed in a mesh network of stationary WSN nodes on low cost infrastructure, thus creating a cost effective and long-range network. We will discuss the progress made in our objective, as well as our intended application use case.

- **Orateur :** Maguelonne Teisseire (*Irstea*)

- **Autres co-auteurs :** Jacques Fize & Mathieu Roche (*TETIS, Cirad*)

- **Titre :** Fouille de données spatiales et Agriculture Numérique

- **Résumé :**

L'utilisation croissante de l'informatique dans de nombreux domaines produit des quantités de données de plus en plus volumineuses. Ces volumes sont généralement caractérisés selon 3 dimensions : la volumétrie, la vitesse, la variété (3V du Big Data). La véracité prenant en compte l'incertitude des données devient également un critère d'analyse. Dans le contexte de l'agriculture numérique, de nouvelles opportunités mais aussi de nouveaux défis sont à relever. Parmi ceux-ci, l'extraction et la combinaison d'information prenant en compte la spatialité est une piste de recherche prometteuse. Dans cet exposé, nous présenterons la fouille de données et plus particulièrement l'extraction de motifs spatiaux pour ensuite s'intéresser à la prise en compte des informations spatiales dans des données non structurées telles que les textes. Nous listerons les avancées et les perspectives de tels travaux.

ATELIER 2 :

“Co-concevoir de nouveaux services avec le numérique pour de futurs usagers, approches méthodologiques, participatives et interdisciplinaires avec les acteurs des filières”

- **Orateur** : Mamba Souaré (*Direction des Opérations Makesense Afrique de l'Ouest*)
 - **Titre** : Présentation du CoLAB – Laboratoire de collaboration multi-acteurs pour l'innovation responsable au service de l'agriculture et l'alimentation durable
 - **Résumé** :
Face à un monde en profonde mutation, une mobilisation collective est indispensable pour répondre aux enjeux du développement durable. Pourtant les acteurs travaillent peu ensemble.
L'Institut de Recherche pour le Développement (Ird), Make_Sense et Bond'innov se sont donc associés pour créer le Co_LAB : une nouvelle approche pour faciliter et accompagner les collaborations à travers trois piliers:
CONNECTER
 - Faciliter les connexions entre acteurs travaillant sur les mêmes problématiques à travers la création de dynamique de collaboration sur le long terme.COLLABORER/CRÉER
 - Permettre la co-crédation de projets multi-acteurs pour faire émerger des solutions innovantes co-construites.ACCOMPAGNER
 - Offrir un Accompagnement aux projets multi-acteurs dans leur développement pour garantir la durabilité des collaborations et la mise en œuvre de leurs solutions.
-

- **Orateur** : Fatou Mboup (*CoLAB, Direction de PDVA Distribution*)
- **Titre** : La première centrale de commerce d'envergure nationale exclusivement dédiée aux produits locaux naturels et bio
- **Résumé** :
Le secteur de la transformation agro-alimentaire a un fort potentiel de développement économique et offre des produits alimentaires à un coût accessible. Il demeure cependant largement informel et les métiers qui s'y exercent, essentiellement par des femmes, ne sont pas reconnus.
Les PME de femmes transformatrices au Sénégal transforment des produits agricoles naturels mais n'ont pas de dispositif de commercialisation approprié. Le passage d'un marché du « tout venant » à un marché de produits transformés, diversifiés et adaptés aux exigences spécifiques de différents segments de la demande comporte de nombreux obstacles pour les petites unités de production malgré les améliorations techniques et technologiques apportées dans le domaine de la transformation pour concevoir des produits alimentaires répondant aux attentes des consommateurs :
 - la faiblesse des réseaux de distribution,
 - l'irrégularité des produits sur les plans quantitatifs et qualitatifs,
 - le respect des conditions d'hygiène dans le processus de production,
 - le conditionnement et l'information du consommateur,
 - l'image des produits locaux qui restent régulièrement dévalorisés par une majorité de consommateurs par rapport à l'image des produits importés.Il est possible de rendre les produits locaux naturels plus accessibles aux populations. Ainsi, développer les circuits de distribution, notamment urbains, est aussi un enjeu important. On constate souvent que si les produits locaux transformés rencontrent un succès réel auprès des consommateurs, ces derniers ont souvent du mal à

s'approvisionner régulièrement du fait de la faiblesse des réseaux de distribution, de la communication et de la promotion des produits.

Ce projet innove car il permettra pour la 1ère fois au Sénégal de structurer la filière des produits agricoles naturels et biologiques en mettant sur pied les infrastructures logistique, juridique et commerciale nécessaires à sa maturation.

Le projet ASKAAN a pour objectif de bâtir une plateforme commerciale d'envergure nationale exclusivement dédiée aux produits agricoles "made in Sénégal", bruts, transformés, naturels et biologiques. Composée d'une centrale d'achat physique déployée sur le modèle d'entrepôt/magasin et d'une centrale d'e-commerce, sa mission est d'offrir des revenus garantis aux agriculteurs et transformateurs et également de rendre accessible les meilleurs produits naturels et bio "made in Sénégal" issus de toutes nos régions aux meilleurs prix et à tous les citoyens du Sénégal.

-
- **Orateur** : Véronique Henry (*Orange*)
 - **Titre** : Appliquer la méthode de Design Thinking à la conception de services numériques pour l'agriculture en Afrique.

- **Résumé** :

Les services sur mobiles dédiés aux agriculteurs ont vu le jour il y a quelques années mais connaissent un succès mitigé. Pour assurer leur utilisation, il est nécessaire de les concevoir en tenant compte du contexte en mettant les utilisateurs au centre de la démarche de conception. Ceci est d'autant plus important avec l'arrivée des smartphones et donc des interfaces graphiques.

La méthode de Design Thinking s'avère particulièrement efficace dans le contexte de l'agriculture africaine.

Ses grandes étapes sont :

1. planification et regroupement de toutes les parties prenantes pour partir ensemble avec un même niveau de connaissance du sujet et un objectif commun;
2. connaissance du terrain, des usages actuels, des challenges et contraintes des utilisateurs ;
3. analyse de ces données pour entrer dans des phases créatives, (re)définition des cibles et opportunités ;
4. du concept à la réalisation : développement de maquettes et phase pilote, en organisant des évaluations régulières sur le terrain (mode agile) ;
5. lancement et poursuite de la collecte d'avis des utilisateurs pour améliorer le service.

Au cours des différentes étapes, les utilisateurs finaux sont engagés régulièrement dans un processus itératif.

Cette méthode est bien entendu complémentaire des efforts d'amélioration de l'accès aux TIC (réseau, matériel, énergie, éducation...) et nécessite l'adhésion des différents acteurs associés à la mise en œuvre de ces services (fournisseurs et diffuseurs du contenu).

-
- **Orateur** : Chloé Alexandre (*INNOVATION, Cirad, #DigitAg*)
 - **Titre** : Grille d'analyse de la construction d'un service de conseil agricole numérique
 - **Résumé** :

Les opportunités qu'offrent les technologies du numérique pour produire, stocker et échanger informations et connaissances en font des outils particulièrement intéressants pour les services de conseil agricole. Professionnels et chercheurs

soulignent cependant les difficultés éprouvées pour créer des services pertinents et durables, qu'ils lient notamment par la démarche adoptée lors de la conception du service. Un biais fréquent consiste à concentrer les efforts et ressources sur le développement de la solution technologique, au détriment des attentes et contraintes des futurs utilisateurs et d'autres facteurs clefs pour assurer le fonctionnement du service dans la durée.

Nous proposons ici une grille permettant de caractériser un service de conseil agricole intégrant les technologies d'information et de la communication (TIC) et d'analyser son processus de construction. L'analyse suit une approche systémique et dynamique. La grille permet en effet d'identifier, aux différents stades de développement du service, les interactions entre les constituantes de ces dispositifs de conseil numérique :

- Le contexte agro-écologique et socio-économique, l'environnement institutionnel, le système national de conseil / d'innovation ;
- La diversité des exploitations et le profil des agriculteurs (attentes, contraintes) ;
- L'offre de service : usagers visés, objectif recherché, contenu partagé, méthode et instruments de conseil (dont numériques), profil des conseillers ;
- Les acteurs impliqués dans le développement du service et leurs visions, compétences et ressources ;
- Les cadres d'action collective influant sur la gouvernance du dispositif du conseil et les méthodes de conception et développement du contenu informationnel et des solutions technologiques.
- Le modèle de financement et de partage de la valeur.

Sur la base d'un exemple au Burkina Faso, nous montrerons ensuite comment l'intégration d'outils numériques au sein du service du conseil agricole d'une organisation de producteurs l'a amenée à transformer son dispositif de conseil à différents niveaux.

-
- **Orateur** : Asmaa Kherrati (*Enjoy Agriculture*)
 - **Titre** : Agro-expériences au Sénégal et en Afrique
 - **Résumé** :

En Afrique, 80% des habitants sont engagés dans l'agriculture. En plus, 68% des femmes économiquement actives en Afrique sont employées dans le secteur agricole, ce qui fait du continent la place avec la majorité des femmes entrepreneurs dans le monde.

Ces acteurs agricoles sont ceux qui sont le plus confrontés aux défis et qui vivent dans la pauvreté, alors qu'ils représentent une richesse inestimable pour la sauvegarde des espèces locales, de la biodiversité, des traditions agro-alimentaires et culinaires. Enjoy Agriculture répond à cette problématique et vise à soutenir les acteurs agricoles africains à travers la promotion de l'agritourisme, et donc d'activités touristiques qui permettent la découverte et l'apprentissage des traditions agricoles et gastronomiques du continent. Par manque de visibilité, la diversité et la richesse des réalités agricoles locales sont méconnues par les populations extérieures. Dans les zones urbaines, de nombreux produits locaux transformés sont délaissés au profit de produits industriels et importés. En outre, le tourisme durable reste desservi alors qu'il pourrait représenter un moteur essentiel dans le développement économique et social.

Les services d'Enjoy Agriculture viennent en appoint pour soutenir l'économie rurale tout en offrant aux clients une expérience mêlant découverte et partage. Ce cadre ouvrira de nouvelles opportunités qui permettront de :

- Donner une visibilité aux acteurs qui travaillent dans l'agriculture durable;
- Développer le concept d'agritourisme en Afrique tout en créant de nouveaux emplois, surtout pour les jeunes et les femmes ;

- Sensibiliser à la consommation des produits locaux, bio et sains du terroir, ce qui contribue à assurer la sécurité alimentaire d'un pays ;
- Faire du tourisme durable un facteur clé dans le développement économique du pays.

A long terme, l'objectif est de contribuer à l'élaboration d'une stratégie de développement inclusive chez les partenaires, éveiller, éduquer et promouvoir l'agritourisme partout au Sénégal et dans toute l'Afrique.

